

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Dora Osvald

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

Opis morfoloških svojstava zrna različitih kultivara soje

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Dora Osvald

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

Opis morfoloških svojstava zrna različitih kultivara soje

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. izv.prof.dr.sc. Sonja Petrović, mentor
2. prof.dr.sc. Sonja Vila, član
3. izv.prof.dr.sc. Andrijana Rebekić, član

Osijek, 2019.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Bilinogojstvo
Dora Osvald

Završni rad

Opis morfoloških svojstava zrna različitih kultivara soje

Sažetak: Soja (*Glycine max* (L.) Merr.) je jednogodišnja leguminoza koja se sije u više od 60 zemalja diljem svijeta, te je vodeća uljna i bjelančevinasta kultura čije se zrno koristi za ishranu ljudi, za ishranu stoke i u razne industrijske svrhe. Cilj ovog rada bio je utvrditi varijabilnost morfoloških svojstava zrna deset kultivara soje. U istraživanje je uključeno pet hrvatskih kultivara: Ika, Ema, Vita, Lucija i Sonja i pet stranih kultivara: Boly-44, Idefix, Merlin, Quito i Color. Ocijenjeno je pet morfoloških svojstava zrna: veličina zrna, oblik zrna, boja ovojnice zrna, boja hiluma zrna i boja funikulusa hiluma zrna uz pomoć protokola za ispitivanje različitosti, uniformnosti i stabilnosti tzv. DUS-ispitivanje. Prema dobivenim rezultatima utvrđena je varijabilnost u četiri od pet morfoloških svojstava zrna, osim kod boje ovojnice zrna gdje je kod svih kultivara utvrđena žuta boja zrna, što se i očekivalo jer je žuta boja ovojnice zrna najpoželjnija za preradu soje.

Ključne riječi: soja, morfološka svojstva, DUS, varijabilnost

20 stranica, 2 tablice, 21 slika, 16 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Plant production
Dora Osvald

BSc Thesis

Description of grain morphological characteristics of different soybean cultivars

Summary: Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) is a one-year legume which is sown in more than 60 countries worldwide, and is a leading oil and protein crop which grain is used for human nutrition, for livestock nutrition and for various industrial purposes. The aim of this study was to determine the variability of grain morphological characteristics of ten soybean cultivars. Five Croatian cultivars were included in the study: Ika, Ema, Vita, Lucija and Sonja and five foreign cultivars: Boly-44, Idefix, Merlin, Quito and Color. Five morphological characteristics of grain were evaluated: grain size, grain shape, color of grain coat, color of the hilum of the grain, and color of the funiculus of the hilum of the grain using protocol for tests on distinctness, uniformity and stability so-called DUS – testing. According to the results obtained, variability was found in four of the five morphological characteristics of the grain, except for the color of the grain coat where the yellow color of the grain was determined in all cultivars, which was expected because the yellow color of the grain coat is most desirable for soybean processing.

Key words: soybean, morphological characteristics, DUS, variability

20 pages, 2 tables, 21 figures, 16 references

BSc Thesis is archived: in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

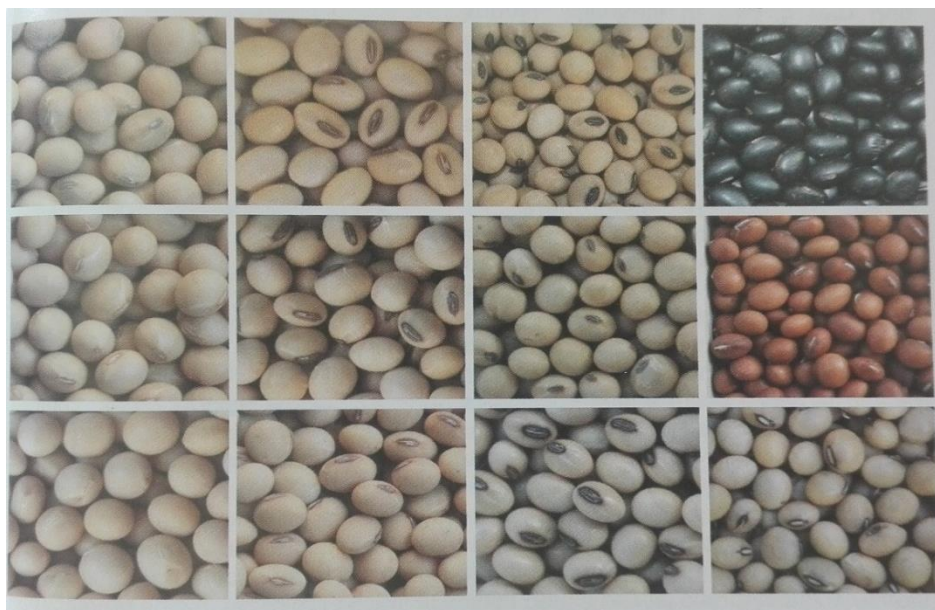
SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. MATERIJALI I METODE.....	3
2.1. Biljni materijal	3
2.2. Metode rada	7
2.2.1. Morfološka svojstva zrna	8
2.2.2. Građa zrna soje.....	9
2.2.3. Ocjenjivanje morfoloških svojstava	10
3. REZULTATI I RASPRAVA.....	11
4. ZAKLJUČAK.....	18
5. POPIS LITERATURE.....	19

1. UVOD

Kultivirana forma soje (*Glycine max* (L.) Merr.) je jednogodišnja leguminoza koja pripada porodici *Leguminosae*, potporodici *Papilionaceae*, rodu *Glycine*, podrodu *Soja* u koji spada i jednogodišnji divlji tip soje, dok višegodišnji divlji tip soje spada u rod *Glycine* i podrod *Glycine* Willd (Martinčić i Kozumplik, 1996.). Kulturna soja je stara ratarska kultura te je dugi niz stoljeća glavni izvor hrane narodima Dalekog istoka (Kina, Indija, Japan i drugi), a danas je proširena u cijelom svijetu i sije se u više od 60 zemalja. Postala je trgovačka roba tek izgradnjom tvornica za preradu sojinog zrna u dvadesetom stoljeću. Soja je danas vodeća uljna i bjelančevinasta kultura, a njezino zrno se koristi kao izvor jestivih ulja i bjelančevina za ishranu ljudi, za ishranu stoke i u razne industrijske svrhe (Vratarić i Sudarić, 2008.). Zrno soje ovisno o uzgojnim uvjetima i kultivaru može sadržavati između 35 i 50% bjelančevina i između 18 i 24% ulja. Sadrži još i oko 34% ugljikohidrata, oko 5% pepela minerala, te razne vitamine (Kozumplik i Pejić, 2012.). Bjelančevine iz zrna soje su bogate esencijalnim aminokiselinama, posebno lizinom i metioninom, što im daje visoku biološku vrijednost jer su najslićnije bjelančevinama životinjskog porijekla. Ulje i drugi proizvodi (sačme, pogače, brašno, teksturirani bjelančevinasti koncentraci i izolaci) dobivaju se preradom sojinog zrna i sadrže između 38 i 95% bjelančevina, a koriste se za ishranu ljudi, domaćih životinja i kao sirovina u prehrambenoj, kemijskoj i farmaceutskoj industriji (Vratarić i Sudarić 2000.). Starost kulturne soje je oko 4000-5000 godina te zbog toga danas postoji veliki broj njenih varijeteta što je omogućilo da njene germplazma kolekcije sadrže različite varijacije i tipove morfoloških i fizioloških svojstava, poput boje zrna soje koje može varirati od crne, smeđe, zelene i žute, i veličine zrna koje može biti malo, srednje ili veliko (slika 1). Upravo genetska varijabilnost ima važnu ulogu u oplemenjivanju bilja i zbog toga u svijetu postoje gen banke (=gen kolekcije) koje služe za očuvanje stvorene i postojeće genetske varijabilnosti kulturnog bilja i divljih srodnika (Sudarić i Vratarić, 2008.). U oplemenjivačkim procesima za stvaranje novih kultivara koriste se mutacije, hibridizacija i razne biotehnoške metode za stvaranje nove genetske varijabilnosti ili se koriste već postojeći, prirodni izvori genetske varijabilnosti. Djelovanjem čovjeka i okoliša dolazi do gubitka genetske varijabilnosti, što negativno utječe na poboljšanje kultiviranih biljaka i stoga je potrebno posvetiti pažnju očuvanju genetskih izvora (Matoša Kočar, 2016.). Istraživanje boje ovojnice zrna soje proveli su Perry i McIntosh (1991.) na 2250 primki iz 78 zemalja iz USDA kolekcije germplazme soje. Oko 62% ispitivane populacije je

imalo žutu boju ovojnice, zatim je najviše genotipova bilo crne i smeđe boje ovojnice i to iz Koreje, Indije i Afrike. DUS-ispitivanje provodi se prema Pravilniku o postupku utvrđivanja različitosti, ujednačenosti i postojanosti novih biljnih sorti u svrhu dodjeljivanja oplemenjivačkog prava i priznavanja sorti (NN 61/11) i prema CPVO-im i UPOV-im tehničkim vodičima. Postupak DUS-ispitivanja novog biljnog kultivara obuhvaća ispitivanje kultivara u pokusnom polju i laboratoriju, gdje su u pokus uključeni novi biljni kultivari i kultivari referentne kolekcije. DUS-ispitivanjem utvrđuju se ona svojstva novog biljnog kultivara (navedena u tehničkim vodičima), koja su bitna za utvrđivanje različitosti, ujednačenosti i postojanosti, a to uključuje 18 svojstava kod soje ne uzimajući u obzir svojstva za gospodarsku vrijednost. DUS-ispitivanje temelji se na vizualnom ocjenjivanju i na mjerenju određenih svojstava kultivara, te su dva kultivara različita, ako je razlika između njih utvrđena na barem jednom pokusnom mjestu, očita, i postojana. Cilj ovog istraživačkog rada je utvrditi varijabilnost morfoloških svojstava zrna deset kultivara soje.



Slika 1. Varijabilnost zrna soje

(Izvor: Vratarić, (2008.))

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Biljni materijal

U istraživanje je uključeno deset različitih kultivara soje (*Glycine max* (L.) Merr.) od kojih je pet hrvatskih, a pet stranih kultivara soje. Ika, Ema, Vita, Lucija i Sonja su hrvatski kultivari koji su kreirani na Poljoprivrednom institutu u Osijeku. Strani kultivari koji su uključeni u istraživanje su: Boly-44 (slika 7) kreiran od Boly Zrt. iz Mađarske, Idefix (slika 8) kreiran od Euralis Semences iz Francuske, Merlin (slika 9) kreiran u Saatbau Linz u Austriji, Quito (slika 10) kreiran u Asgrow France S.A iz Francuske i Color (slika 11).

Kultivar Ika (slika 2) je srednje rani kultivar koji se prema dužini vegetacije svrstava u grupu zriobe 0-I, indeterminiranog je tipa rasta, visina biljaka se kreće od 90 do 100 cm, zbitog je habitusa, ljubičaste boje cvijeta, sivih dlačica, zrna su žuta sa žutim hilumom te ima čvrstu stabljiku koja ima mogućnost grananja i otporna je na polijeganje. Sorta posjeduje bolju tolerantnost na glavne bolesti u odnosu na ostale kultivare u proizvodnji, osobito na plamenjaču. Masa 1000 zrna se kreće između 175 i 180 g, sadržaj bjelančevina u zrnu je do 41%, a ulja do 22%, dok je genetički potencijal rodosti zrna oko 6 t/ha (Vratarić i Sudarić, 2008.).



Slika 2. Zrno kultivara Ike

(Foto original: D. Osvald)



Slika 3. Zrno kultivara Vite

(Foto original: D. Osvald)

Kultivar Vita (slika 3) je rani kultivar koji se prema dužini vegetacije svrstava u grupu zriobe 0, indeterminiranog je tipa rasta, visina biljaka se kreće od 90 do 100 cm, ljubičaste boje cvijeta, sivih dlačica, žutog zrna s crvenkastim hilumom, te ima čvrstu stabljiku, koja je otporna na polijeganje i zadovoljavajuće je tolerantnosti na glavne bolesti. Masa 1000 zrna većinom se kreće oko 170 g, sadržaj bjelančevina u zrnu je do 41%, a ulja do 22%, dok je genetički potencijal rodosti zrna iznad 5 t/ha (Vratarić i Sudarić, 2008.).

Kultivar Lucija (slika 4) je vrlo rani kultivar koji se prema dužini vegetacije svrstava u grupu zriobe 00, poludeterminiranog je tipa rasta, visina biljaka se kreće od 85 do 100 cm, ljubičaste boje cvijeta, žutih dlačica, zrna su žuta sa sivim hilumom, ima čvrstu stabljiku koja ima mogućnost grananja i kompaktnog je habitusa. Otporna je na polijeganje i visoke je tolerantnosti na plamenjaču i bijelu trulež stabljike. Kultivar ima veći broj mahuna po biljci koje sadrže najčešće po četiri zrna. Masa 1000 zrna većinom se kreće oko 185 g, sadržaj bjelančevina u zrnu je do 41%, a ulja oko 22%, dok je genetički potencijal rodosti zrna do 5 t/ha (Vratarić i Sudarić, 2008.).



Slika 4. Zrno kultivara Lucije

(Foto original: D. Osvald)



Slika 5. Zrno kultivara Sonje

(Foto original: D. Osvald)

Kultivar Sonja (slika 5) je rani kultivar koji se prema dužini vegetacije svrstava u grupu zriobe 0, visina biljke je srednje visoka, cvijet je ljubičaste boje, dlačice su sive, a zrna su žuta sa svijetlo smeđim hilumom, te ima čvrstu stabljiku i otporna je na polijeganje. Prilagodljiva je različitim uvjetima uzgoja te je izrazito tolerantna na sušne uvjete u proizvodnji. Sadržaj bjelančevina u zrnju se kreće između 41 i 43%, a sadržaj ulja između 21 i 23%, dok je genetički potencijal rodosti zrna iznad 4 t/ha.

Kultivar Ema (slika 6) je vrlo rani kultivar koji se prema dužini vegetacije svrstava u grupu zriobe 00 – 0, biljke su srednje visoke, cvijet je ljubičaste boje, dlačice su žute, a zrna su žuta sa tamno smeđim hilumom, te ima stabljiku otpornu na polijeganje i izrazito je tolerantna na najzastupljenije bolesti. Sadržaj bjelančevina u zrnju je do 41%, a sadržaj ulja do 22%, dok je genetički potencijal rodosti zrna iznad 4,5 t/ha.



Slika 6. Zrno kultivara Eme

(Foto original: D. Osvald)



Slika 7. Zrno kultivara Boly-44

(Foto original: D. Osvald)



Slika 8. Zrno kultivara Idefix

(Foto original: D. Osvald)



Slika 9. Zrno kultivara Merlin

(Foto original: D. Osvald)



Slika 10. Zrno kultivara Quito

(Foto original: D. Osvald)



Slika 11. Zrno kultivara Color

(Foto original: D. Osvald)

2.2. Metode rada

Morfološki markeri se koriste u razne svrhe, ponajprije u oplemenjivanju bilja i u genetičkim istraživanjima gdje služe kao pokazatelji ekspresije određenih gena. Također se koriste u bankama gena za opis svojstava primki i za opis svojstava novonastalih kultivara gdje su sastavni dio Pravilnika za provođenje testova različitosti, ujednačenosti i stabilnosti (Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability tzv. DUS testing) Međunarodnog udruženja za zaštitu novih kultivara bilja (International Union for the Protection of New Varieties of Plants – UPOV). Liste deskriptora određenih banaka gena kao i liste deskriptora Međunarodnog instituta za biljne genetske izvore (International Plant Genetic Resources Institute – IPGRI) se uglavnom sastoje od morfoloških markera, koji predstavljaju zapravo morfološka svojstva poput boje, oblika i veličine biljnih dijelova (stabljika, list, cvijet, plod, zrno) i specifičnosti koje se na njima nalaze kao što su hilum i dlačice (Šatović, 1999.).

Za svaku primku koja se čuva u Nacionalnoj banci gena bilježe se sljedeći podaci: putovnički podaci koji se sastoje od identifikacijskog broja primke, podataka o biljnoj vrsti, datumu i mjestu prikupljanja, statusu primke te subjektu koji čuva primku, te se vode prema EURISCO (European Search Catalogue for Plant Genetic Resources) listi deskriptora. Zatim prikupljački podaci koji uključuju identifikaciju staništa i vegetacije, te procjenu opasnosti od genetske erozije. Nakon toga slijedi opis i procjena svojstava koja uključuje podatke o kvalitativnim svojstvima na morfološkoj, biokemijskoj i molekularnoj razini koji se pak koriste radi utvrđivanja što preciznije identifikacije prikupljenog biljnog materijala, a ujedno služe za analize koje se temelje na utvrđivanju genetske raznolikosti i strukture. Procjena svojstava kvalitete se temelje na agronomski važnim svojstvima koja osim morfoloških uključuju i fenološka svojstva kao i biokemijska svojstva kvalitete. Na kraju se bilježe podaci o čuvanju za zrno koje čine: uvjeti čuvanja, datum stavljanja na čuvanje, podaci o početnoj vlazi i klijavosti, količina čuvanog zrna, podaci o umnažanju i/ili regeneraciji i sl.; za poljske kolekcije: lokacija čuvanja i shema nasada, broj jedinki za svaku primku, podaci o održavanju nasada i sl. (www.hcphs.hr).

2.2.1. Morfološka svojstva zrna

Ocijenjeno je pet morfoloških svojstava zrna soje a to su: veličina zrna, oblik zrna, boja ovojnice zrna, boja hiluma zrna te boja funikulusa hiluma zrna. Za svako od navedenih svojstava postoji raspon ocjena koji se, ovisno o svojstvu, kreću od 1 do 9. Svojstva za svih deset kultivara soje su ocijenjena pomoću DUS protokola prema CPVO vodiču (tablica 1a i tablica 1b).

Tablica 1a. Ocjene morfoloških svojstava zrna prema CPVO vodiču

Svojstvo	Ocjena
Veličina zrna	3 – malo 5 – srednje 7 – veliko
Oblik zrna	1 – okruglo 2 – okruglo spljošteno 3 – izduženo 4 – izduženo spljošteno
Boja ovojnice zrna	1 – žuto 2 – žuto zeleno 3 – zeleno 4 – svijetlo smeđe 5 – srednje smeđe 6 – tamno smeđe 7 – crno

Tablica 1b. Ocjene morfoloških svojstava zrna prema CPVO vodiču

Svojstvo	Ocjena
Boja hiluma zrna	1 – sivo 2 – žuto 3 – svijetlo smeđe 4 – tamno smeđe 5 – nesavršeno crno 6 – crno
Boja funikulusa hiluma zrna	1 – isto kao ovojnica 2 – različito od ovojnice

2.2.2. Građa zrna soje

Zrno soje sastavljeno je od embrija koji se sastoji od dva kotiledona (koji čine najveći dio ukupne mase i volumena zrna), plumule s dva listića, epikotila, hipokotila i korjenčića, a obavijen je sjemenskom opnom (ljuskom) koja završava sjemenskim pupkom (hilumom). Tri različita sloja čine sjemensku opnu (testu): unutarnji parenhim, hipoderma i epiderma koja je sastavljena od palisadnih stanica koje su inače debele i bezbojne, ali kod kultivara koji imaju obojeno zrno unutar njih se nalazi pigment za boju. Boja sjemenske opne može biti različita, od crne, smeđe, zelene i žute, ovisno o kultivaru te se koristi kao morfološki marker. Na oba kraja hiluma se nalaze otvori, halaza i mikropila, koji služe za disanje zrna i za probijanje klicinog korjenčića. Kao što boja sjemenske opne ovisi o kultivaru, tako i veličina, oblik i boja hiluma isto ovise i mogu biti vrlo različiti. Boja im varira od žute, smeđe, crvenkaste pa sve do crne, te se njihova polimorfnost koristi kao izvrstan morfološki marker u identifikaciji kultivara. Ako se zrno soje koristi za proizvodnju bjelančevinastih proizvoda za ljudsku prehranu ljuska i hilum zrna moraju biti žute boje (Vratarić i Sudarić, 2008.). Hilum predstavlja trag funikulusa koji spaja zrno sa stjenkama mahune. Bijeli ožiljak po sredini hiluma nastaje odvajanjem zrna od mahune prilikom čega epidermalni sloj stanica hiluma zaostaje na funikulusu (Perić, 2015.).

2.2.3. Ocjenjivanje morfoloških svojstava

Ocjenjivanje pet morfoloških svojstava zrna obavljeno je na deset različitih kultivara soje, koje se temeljilo na vizualnom zapažanju pojedinoga svojstva. Kultivari su se uspoređivali uz pomoć standardnih kultivara koji su navedeni u Protokolu za ispitivanje različitosti, uniformnosti i stabilnosti te su na temelju njih svakom kultivaru dodijeljene ocjene za određeno svojstvo. Za svaki kultivar ocijenjeno je 20 zrna pri čemu je izračunata prosječna ocjena za svako pojedino svojstvo. Za određivanje boje hiluma i boje funikulusa hiluma korišteno je povećalo.



Slika 12. Ocjenjivanje svojstva oblika zrna pomoću standardnih kultivara

(Foto original: D. Osvald)

Za ocjenjivanje svojstva oblika zrna kod kultivara Ike (Slika 12) korištena su četiri standardna kultivara koji su navedeni u CPVO vodiču sa sljedećim ocjenama: Es Mentor ocjena 1 (okruglo zrno), Sapporo ocjena 2 (okruglo spljošteno zrno), Obelix ocjena 3 (izduženo zrno) i Naya ocjena 4 (izduženo spljošteno zrno). 20 zrna kultivara Ike uspoređeno je sa svakim standardnim kultivatom i ocijenjeno, pri čemu je kultivar Ika dobio prosječnu ocjenu 1, odnosno okruglo zrno.

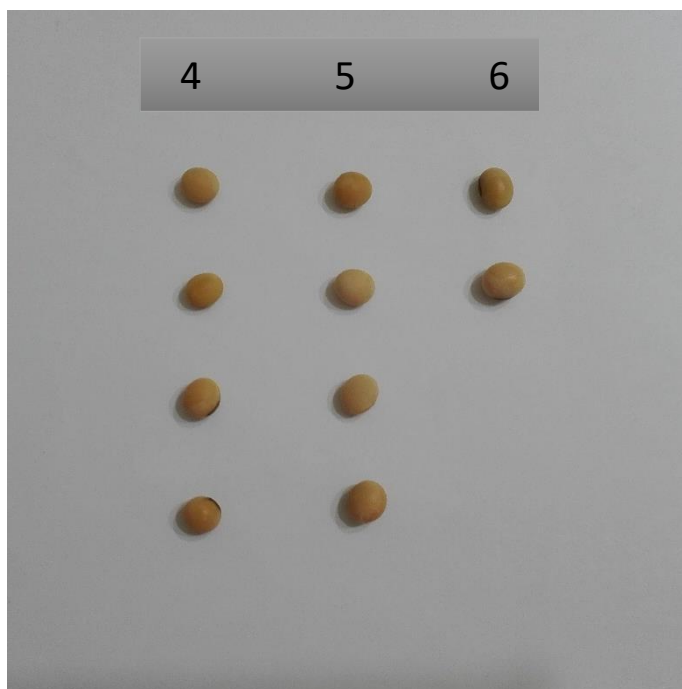
3. REZULTATI I RASPRAVA

Ocjene morfoloških svojstava zrna 10 ispitivanih kultivara soje prikazane su u tablici 2. Za četiri od pet ispitivanih morfoloških svojstava zrna utvrđene su razlike osim za boju ovojnice zrna gdje su svi kultivari imali žutu boju zrna.

Tablica 2. Prikaz ocjena morfoloških svojstava zrna

	Veličina zrna	Oblik zrna	Boja ovojnice zrna	Boja hiluma zrna	Boja funikulusa hiluma zrna
Ika	4	1	1	2	1
Vita	4	2	1	3	1
Lucija	5	2	1	1	1
Sonja	5	1	1	3	1
Ema	4	1	1	4	1
Boly-44	5	2	1	2	1
Idefix	6	4	1	4	1
Merlin	4	2	1	4	1
Quito	5	2	1	1	2
Color	6	3	1	6	1

Za svojstvo veličine zrna (slika 13) šest kultivara soje od ukupno deset je dobilo prijelaznu ocjenu. Njih četiri je ocijenjeno između srednje i malo (ocjena 4), četiri je ocijenjeno s ocjenom 5 odnosno srednje zrno, a dva kultivara Idefix i Color su ocijenjena s najvećom ocjenom 6 (između srednjeg i velikog zrna). Što znači da je 40% kultivara ocijenjeno kao srednje malo zrno, njih 40% kao srednje zrno i 20% kao srednje veliko zrno.



Slika 13. Varijabilnost veličine zrna po ocjenama

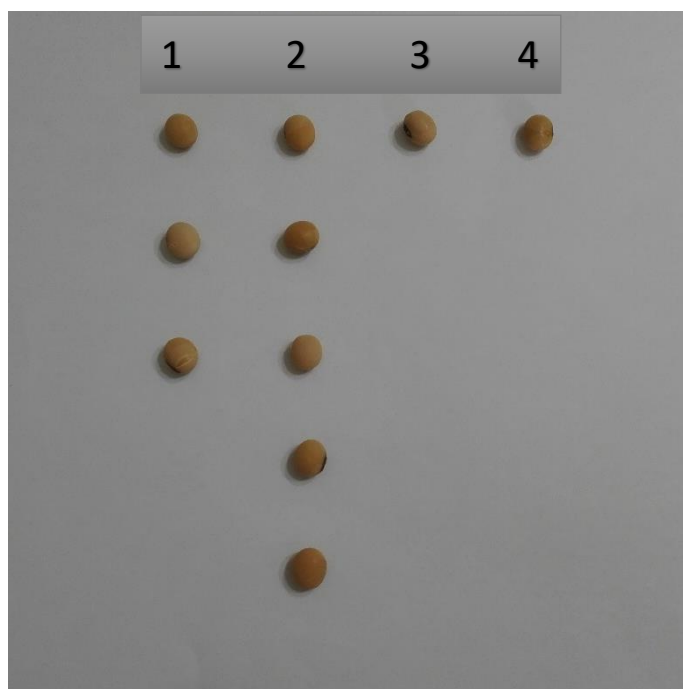
(Foto original: D. Osvald)

Svojstvo veličine zrna kontroliraju višestruki geni koji značajno utječu na određivanje prinosa, kvalitete i izgleda zrna. Oblik zrna (SS) je morfološko svojstvo koje je povezano s masom zrna i utječe na prinos soje, te je definirano kao duljina zrna (SL), širina zrna (SW) i debljina zrna (ST) (Teng i sur., 2017.).

Analiziranje nasljeđivanja komponenti oblika zrna (duljina, širina i debljina) putem nepotpunog dialelnog križanja osam kultivara s njihovim F₁ i F₂ populacijama proveli su Liang i sur. (2005.), rezultati su pokazali da je duljina zrna (SL) kontrolirana uglavnom citoplazmatskim učincima,

a da su širina zrna (SW) i debljina zrna (ST) određena uglavnom majčinskim učincima. (Teng i sur., 2017.).

Hu i sur. (2013.) su u svom istraživanju ispitivali dvije populacije soje, jednu iz južne Kine, a drugu iz sjeverne Kine te su utvrdili da je širina zrna (SW) značajno negativno povezana s oblikom zrna u obje populacije, dok su duljina zrna (SL) i visina zrna (SH) pokazale različite korelacijske odnose sa svojstvima oblika zrna u dvije populacije.



Slika 14. Varijabilnost oblika zrna po ocjenama

(Foto original: D. Osvald)

Za svojstvo oblika zrna prisutne su sve četiri ocjene 1, 2, 3 i 4 (slika 14). Najviše kultivara, točnije njih pet, ocijenjeno ocjenom 2 - okruglo spljošteno zrno, za tri kultivara zabilježena je ocjena 1 koja predstavlja okruglo zrno, dok kultivar Color jedini ima izduženo zrno te mu je dodijeljena ocjena 3, a kultivar Idefix je ocijenjen ocjenom 4 - izduženo spljošteno zrno. Najviše kultivara je ocijenjeno kao okruglo spljošteno odnosno 50%, zatim 30% je ocijenjeno kao okruglo zrno, 10% kao izduženo zrno i 10% kao izduženo spljošteno zrno.

Kod svojstva boje ovojnice zrna utvrđeno je da su svi kultivari soje žute boje zrna (slika 15), odnosno ocijenjeni su ocjenom 1 od mogućih 7 različitih ocjena boja (žuta, žuto zelena, zelena, svijetlo smeđa, srednje smeđa, tamno smeđa i crna). Za ovo svojstvo 100% kultivara je ocijenjeno kao žuto zrno.



Slika 15. Prisustvo žute boje ovojnice zrna kod svih deset kultivara soje

(Foto original: D. Osvald)

Klasična genetska analiza pokazala je da je boja zrna soje umjereno složena osobina koja je kontrolirana multi-lokusima. Pigmentacija ovojnice zrna je izazvana putem taloženja brojnih flavonoida u odgovarajućim tkivima soje. Poznato je da aleli od najmanje 5 genetskih lokusa (I, T, W1, R i O) djeluju epistatično na kontrolu pigmentacije ovojnice zrna. Tri neovisna lokusa (I, R i T) uglavnom kontroliraju biosintezu pigmenata odgovornih za određivanje boje ovojnice zrna, dok lokusi W1 i O utječu na boju ovojnice zrna samo u homozigotnim recesivnim *ir* ili *it* genotipovima. Postoje četiri alela (I, *i*ⁱ, *i*^k i *i*) na I lokusu koji kontroliraju prostornu raspodjelu i prisutnost/odustnost antocijanina i proantocijanida putem post transkripcijskog utišavanja gena. Dominantan *I* alel pokazuje potpuno bezbojni fenotip ovojnice zrna, dok recesivni *i* alel uzrokuje jednobojnu ovojnicu zrna. Drugi homozigotni recesivni aleli *i*ⁱ i *i*^k ograničavaju

raspodjelu pigmenta na specifična područja ovojnice zrna. R i T lokusi kontroliraju specifične boje ovojnice zrna, a to su crna (i, R, T), nesavršena crna (i, R, t), smeđa (i, r, T) i svijetlo smeđa (i, r, t). (Song i sur., 2016.; Yang i sur., 2010.)



Slika 16. Siva boja hiluma kultivara Lucija i Quito

(Foto original: D. Osvald)

Nasljeđivanje boje hiluma zrna je slično nasljeđivanju boje ovojnice zrna. Isti geni koji proizvode pigment u ovojnici zrna, utječu na pigmentaciju u hilumu.



Slika 17. Crna boja hiluma kultivara Color

(Foto original: D. Osvald)



Slika 18. Žuta boja hiluma kultivara Ika i Boly-44

(Foto original: D. Osvald)

Za svojstvo boje hiluma dva kultivara su ocjenjena s ocjenom 1 koja predstavlja sivu boju hiluma (Lucija i Quito, slika 16), za žutu boju hiluma s ocjenom 2 su ocjenjena Ika i Boly – 44 (slika 18), a ocjena 3 dodijeljena je kultivarima Vita i Sonja koja predstavlja svijetlo smeđu boju hiluma (slika 20). Kod tri kultivara, Ema, Idefix i Merlin utvrđena je tamno smeđa boja hiluma (ocjena 4, slika 19), dok je s ocjenom 6 – crna boja hiluma ocjenjen samo jedan kultivar Color (slika 17). Najviše kultivara za svojstvo boje hiluma je ocijenjeno s tamno smeđom bojom točnije njih 30%, zatim 20% sa svijetlo smeđom bojom, 20% s žutom bojom, 20% sa sivom bojom i samo 10% sa crnom bojom hiluma.



Slika 19. Tamno smeđa boja hiluma kultivara Ema, Idefix i Merlin

(Foto original: D. Osvald)



Slika 20. Svijetlo smeđa boja hiluma kultivara Vita i Sonja

(Foto original: D. Osvald)

Postoje dvije ocjene boje funikulusa hiluma zrna, ocjena 1 označava istu boju kao ovojnica zrna, dok ocjena 2 predstavlja različitu boju od ovojnice zrna. Od svih deset kultivara soje samo je u jednog utvrđena različita boja od ovojnice zrna i to kod kultivara Quito (slika 21), odnosno 10% dok za 90% kultivara utvrđena istu boju funikulusa hiluma kao i boju ovojnice zrna.



Slika 21. Različita boja funikulusa hiluma od ovojnice zrna kod kultivara Quito

(Foto original: D. Osvald)

4. ZAKLJUČAK

Istraživanje pet morfoloških svojstava zrna provedeno je na pet hrvatskih i pet stranih kultivara u svrhu ispitivanja različitosti, uniformnosti i stabilnosti zrna soje. Prema dobivenim rezultatima može se zaključiti da postoji varijabilnost u četiri od pet morfoloških svojstava zrna, osim kod boje ovojnice zrna gdje je kod svih kultivara utvrđena žuta boja zrna, što je objašnjivo jer je žuta boja ovojnice zrna najpoželjnija za preradu soje. Za svojstvo veličine zrna 40% kultivara je ocijenjeno kao srednje malo zrno, njih 40% kao srednje zrno i 20% kao srednje veliko zrno. Dok je za svojstvo oblika zrna najviše kultivara ocijenjeno kao okruglo spljošteno zrno odnosno 50%, zatim 30% je ocijenjeno kao okruglo zrno, 10% kao izduženo zrno i 10% kao izduženo spljošteno zrno. Najviše kultivara za svojstvo boje hiluma je ocijenjeno s tamno smeđom bojom točnije njih 30%, zatim 20% sa svijetlo smeđom bojom, 20% s žutom bojom, 20% sa sivom bojom i samo 10% sa crnom bojom hiluma. Samo 10% kultivara je imalo različitu boju od ovojnice zrna, dok je 90% kultivara imalo istu boju funikulusa hiluma kao i boju ovojnice zrna. Navedena morfološka svojstva zrna, odnosno morfološki markeri osim što se koriste za opis svojstava novonastalih kultivara, koriste se i za opis svojstava primki banaka gena, u genetičkim istraživanjima gdje služe kao pokazatelji ekspresije određenih gena i u oplemenjivanju bilja.

5. POPIS LITERATURE

1. Hu, Z., Zhang, H., Kan, G., Ma, D., Zhang, D., Shi, G., Hong, D., Zhang, G., Yu, D. (2013.): Determination of the genetic architecture of seed size and shape via linkage and association analysis in soybean (*Glycine max* L. Merr.). *Genetica*, 141 (4-6), 247–254.
2. Kozumplik, V., Pejić, I. (2012.): Soja. U: Oplemenjivanje poljoprivrednog bilja u Hrvatskoj. Kozumplik, V., Pejić, I. (“ur.”) Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb, 72-77.
3. Martinčić, J., Kozumplik V. (1996.): Oplemenjivanje bilja. Poljoprivredni fakultet Osijek i Agronomski fakultet Zagreb, Zagreb, 420.
4. Matoša Kočar, M. (2016.): Genetska varijabilnost svojstava kvalitete germplazme soje (*Glycine max* L. Merr.). Doktorska disertacija. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek.
5. Perić, V. (2015.): Analiza genetičke divergentnosti genotipova soje na osnovu morfoloških i molekularnih markera. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
6. Perry, M.C., McIntosh, M.S. (1991.): Geographical Patterns of Variation in the USDA Germplasm Collection: I. Morphological traits. *Crop Science*, 31: 1350-1355.
7. Song, J., Liu, Z., Hong, H., Ma, J., Tian, L., Li, X., Li, Y. H., Guan, R., Guo, Y., Qiu L. J. (2016.): Identification and Validation of Loci Governing Seed Coat Color by Combining Association Mapping and Bulk Segregation Analysis in Soybean. *PLoS ONE* 11(7), 1-19.
8. Šatović Z. (1999.): Genetski biljezi i njihova uporaba u biljnoj genetici, oplemenjivanju i sjemenarstvu. *Sjemenarstvo*, 16 (1-2), 73-95.
9. Teng, W. L., Sui, M. N., Li, W., Wu, D. P., Zhao, X., Li, H. Y., Han, Y. P., Li, W. B. (2017.): Identification of quantitative trait loci underlying seed shape in soybean across multiple environments. *The Journal of Agricultural Science*, 156(1), 3-12.
10. Vratarić, M., Sudarić, A. (2000.): Soja. Poljoprivredni institut Osijek, Osijek, 220.
11. Vratarić, M., Sudarić, A. (2008.): Soja. Poljoprivredni institut Osijek, Osijek, 459.
12. Yang, K., Jeong, N., Moon, J. K., Lee, Y. H., Lee, S. H., Mook Kim, H., Ho Hwang, C., Back, K., Palmer, R. G., Jeong, S. C. (2010.): Genetic Analysis of Genes Controlling

- Natural Variation of Seed Coat and Flower Colors in Soybean. *Journal of Heredity* 101 (6), 757-768.
13. CPVO (Community Plant Variety Office) (2017.): Protocol for tests on distinctness, uniformity and stability Glycine max (L.) Merrill soya bean
https://cpvo.europa.eu/sites/default/files/documents/glycine_max_0.pdf 27.6.2019.
 14. Narodne novine: Pravilnik o očuvanju i održivoj uporabi biljnih genetskih izvora, NN 89/2009
https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_07_89_2249.html 27.6.2019.
Narodne novine: Pravilnik o postupku utvrđivanju različitosti, ujednačenosti i postojanosti novih biljnih sorti u svrhu dodjeljivanja oplemenjivačkog prava i priznavanja sorti, NN 61/2011
https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011_06_61_1373.html 5.8.2019.
 15. <https://www.poljinos.hr/proizvodi-usluge/soja-suncokret/> 27.6.2019.
 16. www.hcphs.hr 27.6.2019.